Lane Medical Library

Experimentelle Untersuchung

der unter dem Namen

„Sehnenphänomene"

bekannten Erscheinungen.

Inaugural-Dissertation

welche

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin und Chirurgie

mit Zustimmung

der medicinischen Facultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

am 2. Februar 1884

nebst den angefügten Thesen

öffentlich vertheidigen wird

der Verfasser

Theodor Rosenheim,

practischer Arzt aus Bromberg.

Opponenten:

Dr. Hugo Loewenthal, pract. Arzt.
Dd. Paul Gast.
Dd. Edgar Sober.

Berlin 1884.

Gedruckt bei L. Schumacher.

Seinen theuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

der Verfasser.

Seitdem im Jahre 1875 gleichzeitig von Westphal und Erb die sogenannten „Sehnenphänomene“ entdeckt worden sind, hat sich das Interesse der Pathologen und Physiologen der Untersuchung dieser Erscheinungen in hohem Grade zugewandt. Bis zu diesem Augenblicke ist von den berufensten Männern theilweise auf Grund experimenteller Untersuchungen eine grosse Reihe von Beobachtungen über Natur und Ursache der Phänomene, über diagnostische und physiologische Bedeutung derselben veröffentlicht worden. In vielen Beziehungen sind entgegengesetzte Auffassungen vertreten worden; nicht als ob das Vorhandensein und die grosse Bedeutung der Sehnenphänomene streitig wäre, nein, für Ursache und Entstehung derselben sind die abweichendsten Erklärungen gegeben worden. Zur Lösung dieser ausserordentlich wichtigen Frage nach besten Kräften beizutragen, ist nun auch der Zweck der vorliegenden Arbeit, in welcher eine Reihe von Beobachtungen und experimentellen Ergebnissen niedergelegt werden soll.

Nichts lag nach der Entdeckung der Sehnenphänomene näher als die Frage nach ihrer Entstehung. Dieselbe ist von den beiden Entdeckern Erb und Westphal mit gleicher Bestimmtheit in entgegengesetztem Sinne beantwortet worden, und sie haben sich bis zu diesem Augenblicke auch nicht veranlasst gefühlt, ihre abweichenden Standpunkte aufzugeben. Erb erklärte die Phänomene für Reflexe,

eine Auffassung, die durch die gleichzeitige Entdeckung der Sehnennerven von Sachs (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1875) wesentlich gestützt wurde. Diese an der Grenze von Sehne und Muskel gelegen, werden bei einer Sehnenerschütterung gezerrt und leiten centripetal zum Rückenmark. Die Sehne selbst ist nur elastisches Medium, das für die Fortpflanzung der Erschütterung eines gewissen Spannungsgrades bedarf. Westphal lässt die Reizung des Muskels direct geschehen in Folge der Dehnung der Sehne. Er präcisirte seinen Standpunkt in einer neueren Arbeit (Ueber eine Fehlerquelle bei Untersuchung des Kniephänomens und über dieses selbst. Dieses Archiv XII. S. 798) dahin, dass der Muskeltonus, ein gewisser Spannungsgrad des Muskels resp. seiner Sehne, endlich die Schwingungsmöglichkeit der Sehne die wesentlichen Bedingungen für das Zustandekommen der Phänomene seien. Es bedarf nach ihm nicht der weiteren Annahme eines reflectorischen Vorganges von centripetalen Sehnen- und Muskelnerven; der eigenthümliche specifische Reiz der vibrirenden Sehne resp. der plötzlichen Zerrung des Muskels bringt diesen direct zur Zusammenziehung.

Zur Entscheidung der streitigen Frage sind viele Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse bald für, bald gegen die einfach reflectorische Natur der Sehnenphänomene zu sprechen scheinen.

1. Es ist versucht worden, die Aufgabe durch Bestimmungen der Zeit der latenten Reizung zu lösen. Tschirjew (Ursprung und Bedeutung des Kniephänomens. Dieses Archiv VIII.) fand, dass vom Schlag auf die Sehne bis zur Contraction des Muskels eine Zeit von 0,06 Secunde verfliesse, was für die reflectorische Natur des Phänomens spreche, da diese Zeit zu gross ist für die directe Reizung des Muskels von der Sehne aus. Die Versuche Tschirjew's wurden indess nur an zwei Kranken angestellt. Brissaud (Recherches anatomo-pathologiques et physiologiques sur la contracture permanente des hémiplégiques. Paris, Public. du progrès med.) bediente sich wie Tschirjew der elektrischen Uebertragungsmethode und constatirte im Mittel für das Kniephänomen eine Latenzdauer von 0,05 s. Von Gowers (A study of the so called tendonreflex phenomena. Med. Chir. Transact. Vol. 62, 1879. p. 269—305), der sich zur Uebertragung der Luftkapsel bediente, wurden sehr ausführliche Zeitmessungen angestellt, die zu den merkwürdigsten Resultaten führten: für das Kniephänomen ergab sich ihm eine Latenzdauer von 0,09—0,15, für das Fussphänomen 0,025—0,04; er hält das erstere Phänomen für reflectorisch, das letztere für ein Product directer Muskelerregung. Bei Eulenburg (Ueber die Latenzdauer und den pseudo-reflectori-

schen Charakter der Sehnenphänomene. Neurolog. Centralbl. 1882. 1 und 14) geschah die Uebertragung der Muskelaction ebenfalls mittelst Luftkapseln, die Zeitmessung nach Stimmgabelschwingungen. Er fand für das Kniephänomen bei gesunden Erwachsenen eine Latenzdauer im Mittel von 0,03229. Sie konnte grösser werden bis zu 0,0484 und sank oft bei Kranken bis zu 0,01613 und darunter. Für das Fussphänomen fand Eulenburg eine gewöhnliche Latenzdauer von 0,0483. Diese Latenzen schienen ihm für den Reflex, der die Bahnen von 1 Meter resp. 1,705 Meter zu durchlaufen hatte, zu gering, und er nannte die Phänomene daher Erscheinungen mit pseudoreflectorischem Charakter.

Diese Thatsachen sprechen indess, wie E. selbst zugiebt, sicher nicht absolut gegen die reflectorische Natur der Phänomene; sie beweisen nur, dass die event. anzunehmende centrale Hemmung und Reizübertragung unter physiologischen Verhältnissen eine verschwindend geringe sein müssen. Viel schwerer sind mit der Reflextheorie die unter pathologischen Verhältnissen gewonnenen Werthe vereinigbar; man müsste hier schon an eine ungewöhnliche Beschleunigung der Leitung in den Nervenbahnen denken.

2. Es ist mit Hülfe der Statistik bei Gesunden versucht worden, der Frage näher zu treten. Dieselbe ergab zunächst, dass die Intensität des Kniephänomens innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. Ferner fehlte es nach Berger (Centralblatt für Nervenheilk. 1879. No. 4) bei 1,56 pCt. Eulenburg (Neurol. Centralblatt 8. 1882) vermisste es bei Kindern in 4,21 pCt., nach ihm fehlte das Fussphänomen in 80 pCt. aller Fälle. Der Fussclonus wurde auf die gewöhnliche Weise bei Gesunden nie erzeugt. Das verhältnissmässig häufige Fehlen des Kniephänomens, wenn diese Angaben richtig sind, beweist an sich wohl nichts. Bedenkt man aber, dass die echten, unzweifelhaften Reflexe von der Haut und Schleimhaut aus (Bauch-, Nasen-, Cornealreflex) in keinem von Eulenburg untersuchten Falle vermisst wurden, so ist dieser Grund neben anderen gegen die Reflextheorie vielleicht von einigem Belang.

3. Es ist das Verhalten der Sehnenphänomene unter pathologischen Verhältnissen vielfach studirt worden, und die Ergebnisse der Beobachtungen sind im Interesse der uns beschäftigenden Frage verwandt worden. In Krankheiten können die Phänomene sich normal verhalten, sie können verschwinden und sie können erhöht sein. Gerade die excessive Steigerung derselben in den Krankheiten, die mit Contracturen einhergehen, sollte für die Reflextheorie sprechen. Erb

erhielt die Phänomene auch ohne mechanische Zerrung des Muskels z. B. bei einfachem Schlag auf die Tibia (Quadriceps), auf das untere Ende des Radius (Supinator longus), auf Sehnen mit fester Unterlage. Ferner beobachtete er Zuckung im Adductorengebiet der anderen Seite beim Beklopfen der Patellarsehne. Kurzes Quetschen der ganz erschlafften Sehne des Biceps femoris löste das Kniephänomen aus. Besonders scheint mir hier die Uebertragung der Phänomene auf die andere Seite in's Gewicht zu fallen. Es sind schon mehrere Fälle dieser Art publicirt worden z. B. bereits von Westphal (dieses Archiv V. p. 820), von Watteville (On reflexes and tendon-reflexes), Strümpell (Deutsches Archiv f. klin. Medicin, 1879. XXIV. p. 179) und Anderen.

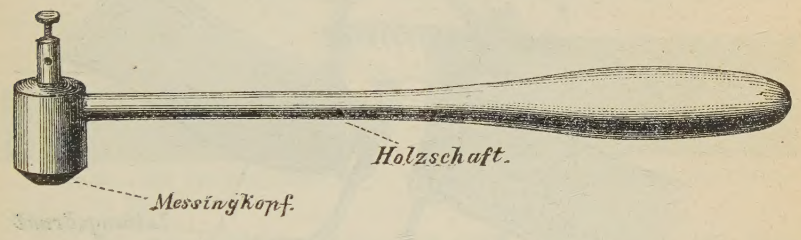
Aber auch diese sogenannten gekreuzten Phänomene sind kein stringenter Beweis für die Reflextheorie. Man kann solche Erscheinungen recht gut auf zweierlei Weise erklären: entweder wird durch den Schlag auf die Patellarsehne eine Erschütterung erzeugt, die sich durch das Becken fortpflanzt und auf die nächst gelegenen Extensoren und Adductoren des anderen Beins (Westphal), oder es handelt sich um einen Hautreflex, charakterisirt durch grössere Latenzdauer und langsame Zuckung des Muskels.

4. Man hat die Frage durch das Thierexperiment zu entscheiden gesucht. Es haben aber die vielen Durchschneidungen und Zerstörungen von Rückenmark und Nerven, Dehnungen u. s. w. zur Lösung der Aufgabe nicht beizutragen vermocht, da die Muskeltonustheorie ebensowohl wie die Reflextheorie erklärt, warum bei gewissen Verletzungen des Marks und der Nerven das Kniephänomen vernichtet oder verstärkt wird.

Es ist also auf keinem dieser Wege gelungen eine Entscheidung über das Wesen der Sehnenphänomene herbeizuführen, wohl aber ergiebt sich, dass besonders mit Hülfe der Latenzbestimmungen werthvolle Beiträge geliefert worden sind. Andererseits sind gerade auf diesem Wege die widersprechendsten Resultate gewonnen worden. Deshalb lag es für mich nahe, es noch einmal zu versuchen, ob nicht durch exacte Latenzbestimmungen die Lösung der Aufgabe zu ermöglichen sein würde. Ich wurde in meinem Vorhaben dadurch bestärkt, dass die im Vordergrunde des Interesses stehenden Werthe von Eulenburg und Gowers mit einer Methode (Luftkapsel) ge-

wonnen waren, bei welcher die Fortleitung des Druckes im Luftrohre eine nicht unwesentliche Zeit braucht, die bei so feinen Bestimmungen in's Gewicht fällt, und die unberücksichtigt geblieben ist. Ich kehrte deshalb zur elektrischen Uebertragungsmethode zurück. Es wurde an der Patellarsehne des zu untersuchenden Beines ein Kupferplättchen fixirt, an dessen Rande ein Leitungsdraht mittelst Klemmschraube befestigt war. Dieses Kupferplättchen wurde später in noch geeigneterer Weise durch ein Stückchen Stanniolpapier ersetzt, das einfach mit Fischleim an der gewünschten Stelle angeklebt wurde. Der Leitungsdraht führte zu einem Zink-Kupfer-Element (Daniell), das mit einem elektromagnetischen Markirer leitend verbunden war; von diesem ging ein Draht aus, dessen Ende in dem metallischen Kopfstück eines direct für diesen Zweck construirten Percussionshammers (s. Zeichnung I.) eingeklemmt war. Sowie der Hammer die

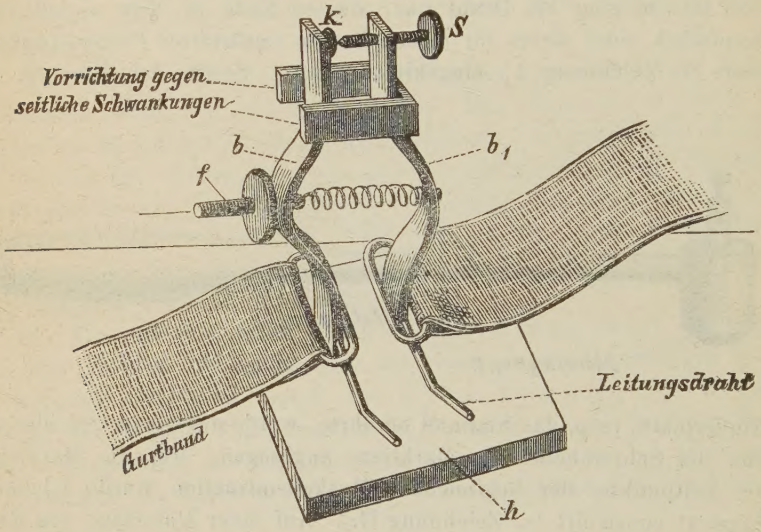
I.



Kupferplatte resp. das Stanniol berührte, wurde der Strom geschlossen, und der Schreibhebel des Markirers angezogen. Für die Markirung des Zeitpunktes der beginnenden Muskelcontraction wurde folgender Apparat construirt (s. Zeichnung II.). Auf einer Unterlage von Hartgummi (h) erhoben sich isolirt von einander zwei Messingbügel ($b\,b_1$), von denen der eine gegen seine Unterlage mittels eines Charniergelenkes in der Ebene des Winkels frei beweglich war. Am oberen Ende des Bügels (b) befand sich eine stark prominirende Kupferplatte (k), welcher gegenüber in dem anderen Messingbügel (b_1) eine in einer Kuppe endigende Schraube (s) die feinste Einstellung des Contactes ermöglichte. Die grobe Fixirung der beiden Arme nahe aneinander wurde durch eine Spiralfeder (f) besorgt. Von den unteren Enden der Messingarme gingen an den Seiten Ringe aus, an denen ein unnachgiebiges Gurtband befestigt wird. Durch dieses wurde der Apparat um den Oberschenkel geschnallt, während unten und vorn Drahtenden zum Anklemmen der Poldrähte vorhanden waren. Der eine von diesen lief zu einem Daniell, der andere zu einem elek-

tromagnetischen Markirer, der seinerseits mit dem Element verbunden war; solange nun Schraubenspitze und Kupferplatte einander berührten, war der Strom geschlossen, dessen Oeffnung je nach der Feinheit der Einstellung einer grösseren oder geringeren Kraft seitens der Oberschenkelmuskulatur bedurfte. Die beiden elektromagnetischen Markirer waren vor der Fläche einer rotirenden Trommel so übereinandergestellt, dass ihre Spitzen (dünne gläserne Federchen) genau vertical übereinander zeichneten. Die Trommel des Ludwig'schen Kymographion Baltzar's Construction war mit berusstem, glacirtem Papier über-

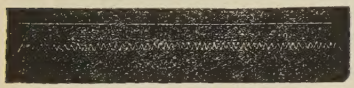
II.



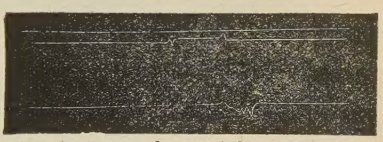
zogen; es wurde nur ihre grösste Rotationsgeschwindigkeit angewandt (1 Meter Cylindermantel in 13 Sec.). Mit Hülfe eines Zungenchronographen, der 100 doppelte Schwingungen in der Secunde zeichnete, wurde die Zeit bestimmt. Wurde nun durch Schlag mit dem Percussionshammer auf das der Patellarsehne anliegende Kupferplättchen das Phänomen hervorgerufen, so wurde zugleich der Strom der einen Kette geschlossen, und der zugehörige Schreibhebel gab diesen Zeitpunkt an. Sowie dann der Muskel sich contrahirte, wurde der Contact zwischen den Messingbügeln an dem um den Oberschenkel straff befestigten myographischen Apparat gelöst, indem die ganze Vergrösserung des umgürteten Umfanges des Schenkels auf die eine nachgiebige Stelle sich concentrirte. Je feiner die Contacte einander ge-

nähert waren, desto geringere Muskelaction genügte, um den Strom zu unterbrechen. Es wurde nun die Einstellung so gemacht, dass weder die mechanische Erschütterung des Oberschenkels von der Sehne oder Tibia aus, noch die langsame passive Extension des Unterschenkels im Stande waren, den Contact zu lösen. Der zu Untersuchende selbst sass auf einem Drehsessel. Bald empfahl es sich, die Beine übereinander schlagen zu lassen, bald fiel der Unterschenkel frei herab. Die Resultate, welche auf diese Weise gewonnen wurden, sind folgende:

1. Bei einem kleinen (1,30 M.), aber gesunden Knaben von etwa 12 Jahren mit sehr stark entwickeltem Kniephänomen betrug die Latenzdauer gewöhnlich 0,035—0,04 Secunden, doch waren Zeiten bis 0,05 noch häufig, bisweilen wurden sie noch grösser, sogar einmal 0,10. Nur zweimal wurden kleinere Zeiten als 0,035 gemessen und zwar einmal 0,03 und einmal 0,025. Der Knabe wurde etwa zu zehn verschiedenen Zeiten im Laufe eines Vierteljahres darauf hin untersucht.



Zeitcurve: 100 Schwingungen in der Secunde.



Zu 1. Latenzdauer 0,04 Secunden.

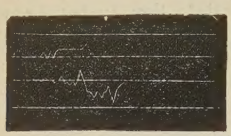
2. Bei einem starken Manne von etwa 1,85 M. Höhe, mit stark entwickeltem Kniephänomen sank die Latenzdauer nie unter 0,04 Secunden, war gewöhnlich 0,05—0,06 Secunden, bisweilen auch grösser bis 0,10.

3. Bei einem jungen Manne von etwa 20 Jahren, kräftig gebaut, 1,55 M. gross, mit stark entwickeltem Kniephänomen sank die Latenz einmal bis zu 0,03 Secunden, sonst wurde sie nicht unter 0,04 gefunden und gewöhnlich nicht über 0,05. Doch waren bisweilen Latenzen von 0,06, 0,08 bis 0,10 verzeichnet.

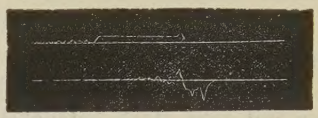
4. Bei einer kleinen Frau, mässig gut genährt, (1,40 M. Grösse) sank die Latenz einmal bis auf 0,03 Secunden, hielt sich gewöhnlich zwischen 0,035 und 0,05, doch wurden auch hier grössere Latenzen beobachtet.

Unter pathologischen Verhältnissen sah ich ein Sinken der Latenz bis 0,025 Secunden, in einem Falle von Hemiplegie mit mässigen Contracturen. Auch auf dem nicht gelähmten Bein war die Latenzdauer für das Kniephänomen häufig 0,03 Secunden. Es handelte sich um eine kleine, aber kräftige Frau von 56 Jahren.

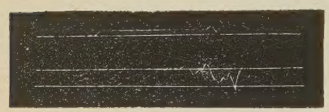
Ich habe also die verschiedenartigsten Werthe anderer Autoren bei meinen Untersuchungen sämmtlich gefunden nur muss ich ein Sinken der Latenzdauer unter 0,025 Secunden, wie es Eulenburg so häufig sah, für das wirkliche Phänomen in Abrede stellen. Bei allen untersuchten Personen stellte sich eine mittlere Zeit, z. B. bei dem Knaben 0,035—0,04 heraus, die am häufigsten wiederkehrte, die



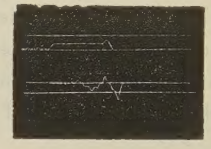
Zu 2. Latenzdauer 0.06 Sec.



Zu 3. Latenzdauer 0,045 Sec.



Zu 4. Latenzdauer 0,045 Sec.



Hemiplegie: Latenzdauer auf der gelähmten Seite 0,025 Sec.

aber leicht eine Veränderung erfuhr, besonders im Sinne der Verlängerung. Diese Verlängerung konnte bis zu dem Dreifachen des relativ häufigen Mittelwerthes anwachsen. Es lag die Frage nahe, wodurch wird die Dauer der Latenz beeinflusst?

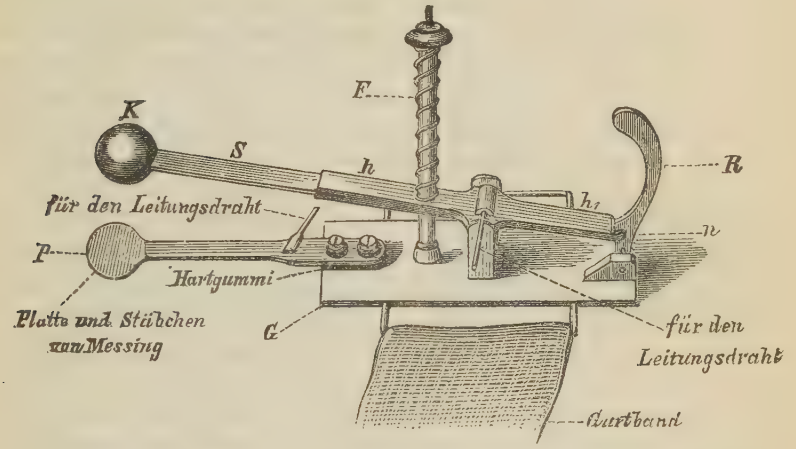
Sicherlich 1. durch die Stärke des Schlages,
2. durch die Lage des getroffenen Punktes der Sehne.
Vielleicht 3. durch vorübergehende Einflüsse von Seiten des untersuchten Individuums, z. B. Aufregung, Bewegungen.
4. durch pathologische Verhältnisse.

Es ist selbstverständlich, dass die mehr oder weniger feine Einstellung des die Muskelcontraction angebenden Apparates von grossem Einflusse auf die Latenzzeit ist. Es wurde daher, um Fehler zu vermeiden, die Einstellung vor jedem Schlage unter den oben angeführten Vorsichtsmassregeln erneuert. Ich möchte noch bemerken, dass der Apparat gewöhnlich auf der Grenze zwischen unterem und mittlerem Drittel des Quadriceps angebracht wurde, nachdem sich herausgestellt hatte, dass bei Befestigung an einer höheren oder tieferen Stelle, nicht merklich verschiedene Dauer der Latenz sich ergab.

Um nun vor Allem den Einfluss des ersten der oben erwähnten vier Momente genauer zu studiren, wurde ein Schlagapparat (s. Zeichnung III.) von folgender Art construirt:

Auf einem Grundbrette (G) (4—8 Cm.) von Messing erhob sich ein messingenes Zapfenlager, in welchem ein Doppelhebel ($h—h_1$) in Form eines messingenen Lineals von 11 Cm. Länge drehbar beweglich war. Dieser Doppelhebel lehnte sich einerseits h_1 an eine Nase (n), welche einen Griff (R) zum Abziehen von dem Hebel trug. Andererseits lief der Doppelhebel in eine Stahlbandfeder (S) aus, die mit einer Kugel (K) endete. Etwa 1 Cm. von der Axe des Hebels

III.



durchbohrte den Theil h eine Axe, um welche sich eine spiralige Druckfeder (F) schlang. Am Grundbrette befestigt, streckte sich, durch Hartgummi isolirt, bis in die Gegend der Kugel ein Messingstäbchen, das in ein rundes Plättchen (P) auslief. Die Feder (F) war zusammengedrückt, wenn der Hebel unter die Nase geklemmt war. Wurde nun die Nase zurückgezogen, so schlug die Kugel auf das Plättchen. Die Stärke des Schlages wurde variirt durch Federn verschiedener Stärke, welche über die Axe geschoben und durch eine Schraubenmutter gehalten wurden. Solcher Federn hatte ich acht, von den feinsten aus Messing bis zu stärksten eisernen. Das Grundbrett wurde durch seitlich angebrachte starke Gurtbänder am Unterschenkel auf der Tibia befestigt. Ausserdem wurde das Schlagplättchen auf die zu untersuchende Stelle der Sehne durch einen Faden angebunden; die herabfallende Kugel des Hebelarms traf auf der Fläche nur einen circumscripten Punkt. Zwischen die Unterlage und die Haut des zu untersuchenden Beines wurde ein wenig Watte ausgebreitet. Der Hammer, wie das Plättchen waren leitend verbunden mit dem „Daniell" einerseits und dem elektromagnetischen Markirer andererseits. Sowie die Kugel und die Platte,

deren einander zugekehrte Flächen amalgamirt waren, zusammentrafen, war der Strom geschlossen und der Schreibhebel gab einen Ausschlag.

Die Resultate, die sich so ergaben, sind folgende:

1. Es ist nicht gleichgültig, welche Stelle der Sehne getroffen wird. Die Reizübertragung von der getroffenen Stelle aus nach dem Muskel zu, geschieht nicht von allen Theilen gleich exact. Dabei fiel mir auf, dass das Phänomen häufig präciser von Punkten ausgelöst wurde, die nicht auf der nächsten, directen Verbindung zwischen Patella und Tibia lagen, sondern mehr seitlich. Ferner war bei den weniger empfindlichen Stellen im Vergleich zu den anderen die Latenz bei gleich starken Schlägen im Durchschnitt und oft nicht unerheblich grösser, wenn es zur Auslösung des Phänomens überhaupt kam; dieses selbst zeigte nie, auch nicht bei maximalen Hammerschlägen die Stärke, die es, von den empfindlichen Stellen hervorgerufen, erlangen konnte. Es steht also hier die Stärke des Phänomens im umgekehrten Verhältniss zur Latenzdauer. Es lässt sich ferner annehmen, dass bei einer gewissen Erschwerung der Reizübertragung eine Verlängerung der Latenzzeit eintritt, so gross, dass es überhaupt nicht mehr zu einem wahrnehmbaren Phänomen kommt. Diese Erschwerung der Reizübertragung bei Gesunden und Kranken scheint mir nicht bloss bedingt zu sein durch mechanische Verhältnisse, da sonst nicht einzusehen ist, warum das Phänomen nicht exact ausgelöst wird von allen Punkten der Sehne, die auf der nächsten directen Verbindung von Patella und Tibia liegen: ein Theil, der sich ja gerade in der besten Spannung befindet und doch wohl für die rein mechanische Uebertragung zum Muskel am geeignetsten ist. Ich erinnere hierbei an die Thatsache, dass es in vielen Fällen unter den ungünstigsten mechanischen Vorbedingungen (bei der Extension des Unterschenkels im Bett) doch gelingt, das Phänomen hervorzurufen und ferner daran, dass auf der grossen Achillessehne es gewöhnlich nur eine einzige kleine, ganz circumscripte Stelle giebt, von der das Fussphänomen überhaupt ausgelöst werden kann.

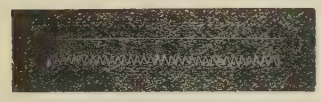
2. Wurde nun das Plättchen an einer als empfindlich erkannten Stelle befestigt, und liess man den Hammer unter verschiedenem Federdruck arbeiten, so ergab sich folgendes: Die Latenzzeit steht unter normalen und pathologischen Verhältnissen in einer bestimmten Beziehung zur Stärke des Schlages, und zwar ist die Latenzdauer umgekehrt proportional der Stärke des Schlages, wenn die übrigen Bedingungen gleiche sind. Ein sehr typisches Beispiel boten mir für diesen Satz die Untersu-

chungen an einer Frau von etwa 30 Jahren, 1,60 Mtr. gross mit sehr stark entwickeltem Kniephänomen:

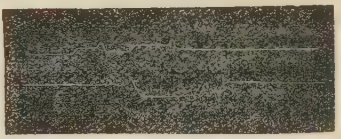
Messingfeder VI. rief das Phänomen schon regelmässig und deutlich hervor, geringere Federn nicht. Die Latenz ist gewöhnlich 0,08 bis 0,09 Secunden, sinkt bis 0,07, steigt bis 0,10 Secunden. Siehe die untenstehende Zeichnung.

Die etwas stärkere Feder VII. von demselben Metall bewirkte gewöhnlich eine Latenz von 0,08 Secunden, die bis zu 0,06 und einmal 0,05 sank, während sie bis 0,12 anwuchs.

Feder VIII. aus Eisen ist wesentlich stärker. Die Latenzdauer war mit grosser Constanz 0,06 Secunden. Bei einem späteren Versuche mit Feder VIII. zeigte sich die Latenzdauer 0,06 wieder als die häufigste, doch sank sie bisweilen zu 0,05 und zwei Mal zu 0,04 Secunden herab.



Zeitcurve: 100 Schwingungen in der Secunde.



Feder VI. Latenzdauer 0,085 Sec.

3. Wurde nun von dem Hammer unter dem Drucke einer Feder von bestimmter Stärke auf ein und denselben circumscripten Punkt geschlagen, so war die Latenzdauer im Laufe der Untersuchung durchaus keine constante, sondern, abgesehen von Erregungen und Mitbewegungen des untersuchten Individuums, die ja nicht immer ganz auszuschliessen sind, und die das Resultat nach meinen Erfahrungen im Sinne einer Verringerung der Latenzdauer beeinflussen, machte sich ein allmäliges Steigen der Latenz bemerklich proportional der Anzahl der Einzelschläge. Es wurde also offenbar durch die Dauer des Versuches die Empfänglichkeit der getroffenen Stelle herabgesetzt. Um diese Fehlerquelle daher nach Möglichkeit bei den vergleichenden Latenzbestimmungen mit verschieden starken Schlägen zu vermeiden, wurde mit der schwächsten Feder begonnen; keine Feder wurde zu mehr als 3—4 aufeinanderfolgenden Schlägen verwandt, und öfter eine Ruhepause eingeschaltet.

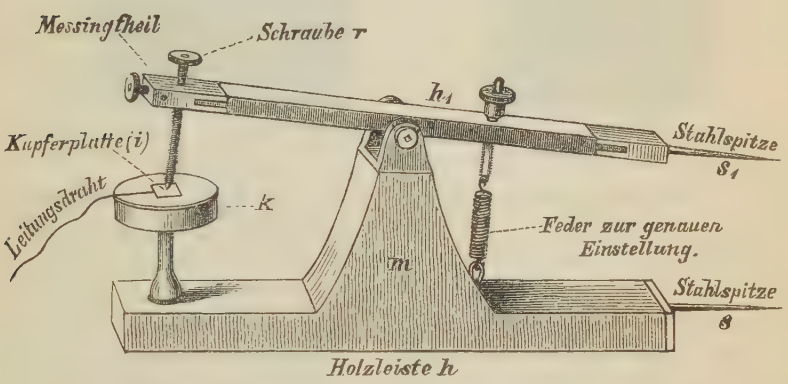
4. Bei dem grossen Spielraum, den nach meinen Beobachtungen die Latenzdauer bei demselben Individuum hat, liegt es nahe, dass dieselbe unter den verschiedenen pathologischen Verhältnissen nichts wesentlich Charakteristisches zeigt. Es lässt sich nur behaupten, dass bei Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten, die mit einer

Steigerung der Phänomene einhergehen, z. B. Hemiplegie mit Contracturen, spastische Spinalparalyse, schon unter schwachem Federdruck, der unter physiologischen Verhältnissen nie ausreichte, es möglich war, ein starkes Phänomen hervorzurufen. Nie habe ich aber bei solchen Kranken Latenzen gefunden, die ich nicht auch unter Umständen einmal bei Gesunden erhielt. Ich wiederhole hier noch einmal, dass ich nie eine geringere Zeit der latenten Reizung als 0,025 Secunden für das echte Kniephänomen habe nachweisen können. Mag man nun die Steigerung der Sehnenphänomene auf eine Affection der Seitenstränge beziehen, oder mag man glauben, dass die anatomische Ursache keine einheitliche ist, sondern in mehreren Verhältnissen liegt, durch keine Erklärung wird uns die Berechtigung gegeben, an eine abnorme Beschleunigung der intracentralen Leitungsgeschwindigkeit zu denken, die allein im Stande wäre, ganz geringfügige Latenzen unter 0,025 Secunden mit Hülfe der Reflextheorie zu erklären. Denn der eventuelle Ausfall des hemmenden Gehirneinflusses kann nur einen ganz winzigen Unterschied gegen normale Verhältnisse bedingen. Alle Latenzen aber von 0,025 Secunden aufwärts sind wohl im Stande, event. einen reflectorischen Vorgang zu erklären. Nehmen wir den niedrigsten Werth 0,025, wie er bei dem Knaben von 1,30 M. Grösse und unter pathologischen Verhältnissen bei der Frau mit Hemiplegie (1,35 M. gross) gefunden wurde, so betragen bei etwaiger reflectorischer Entstehung des Phänomens die centripetalen und -fugalen Strecken höchstens 75—80 Cm. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Nerven mag mit 0,03 Secunden pro Meter nach Helmholtz und Baxt berechnet werden, obwohl sie für die centripetale Bahn leicht unter 0,03 angenommen werden kann, so erhalten wir einen Werth von etwa 0,0225 Secunden, wobei wir 0,0025 übrig behalten für die Uebertragung (Querleitung) in den centralen Ganglien.

Es wäre gewiss von wesentlichem Interesse gewesen, die Latenzdauer bei Neugeborenen, bei denen die zu durchlaufenden Bahnen so kleine sind, und bei denen das Rückenmark sich noch wesentlich anders verhält, als bei Erwachsenen, zu messen. Dies war für mich in keiner Weise zu ermöglichen. Dagegen gelang es mir, bei Kaninchen die Latenzdauer zu bestimmen und die Resultate, die ich hier erhielt, waren ganz geeignet, meine Ergebnisse beim Menschen zu bestätigen und zu ergänzen. Die Uebertragung der beginnenden Muskelcontraction konnte hier auf die allergenaueste Weise stattfinden, und zwar geschah dies durch folgenden Apparat (s. Zeichnung IV). Auf einer Holzleiste (h), die vorn in eine feine Stahlspitze (s)

auslief, auf deren hinterem Ende sich eine Kapsel (k) befand, mit Kautschukmembran, auf der ein Kupferplättchen (i) festgeklebt war, straff überspannt, erhob sich in der Mitte ein Holzstück (m) vom etwa 6 Cm. Höhe. Auf diesem war ein hölzerner Hebel (h_1) befestigt, von gleicher Länge, wie die untere Leiste, in einer Ebene mit m und h drehbar beweglich. Auch er lief vorn in eine feine Stahlspitze (s_1) aus; das hintere Ende war aus Messing, in welchem sich eine Schraube (r) in einem Gewinde so bewegte, dass sie mit dem Kupferplättchen in Berührung gebracht werden konnte. Diese Schraube war durch einen Draht mit einem Daniell verbunden, die Kupferplatte mit einem elektromagnetischen Markirer, dieser wieder mit dem Daniell. Berührten Schraube und Platte einander, so war der Strom geschlossen. Wurde nun die Stahlspitze des festen Armes in den Trochanter major des zu untersuchenden Beines gestossen und hier fixirt und die Spitze des beweg-

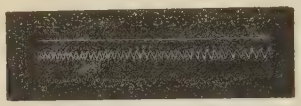
IV.



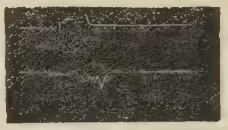
lichen Armes in den Quadriceps, so wurden bei Contraction des Muskels die Spitzen einander genähert, Schraube und Platte, die sich vorher berührten, von einander entfernt. Damit war der Strom unterbrochen, und der Schreibhebel markirte diesen Moment. Die Einstellung der Contacte wurde nach jedem Versuch regulirt und geschah auch hier so, dass nicht Erschütterung, sondern nur das Phänomen selbst die Verbindung zu lösen im Stande war. Der Schlag auf die Sehne konnte hier nur mit dem Hammer ausgeführt werden. Die Haut über der Sehne wurde von Haaren befreit und mit Stanniolpapier beklebt, das wie der Hammer leitend mit einem Daniell resp. elektromagnetischen Markirer verbunden war. Der Schlag auf die Sehne schloss den Strom. Wurde nun das Kaninchen in ein Tuch einge-

schlagen, wie es Preyer angegeben hat, so dass es sich nicht störend bewegen konnte, so zeigten sich folgende Resultate:

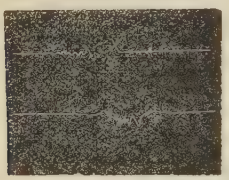
Die Latenzdauer betrug gewöhnlich 0,03—0,035 Sec., 0,025 und 0,04 kamen öfter vor, sehr selten waren 0,02 und 0,05—0,06. Wurde dem Thiere Morphium injicirt (0,01—0,02 pro dosi), so zeigte sich einmal eine entschieden verlangsamende Wirkung, die Latenz schwankte zwischen 0,04 und 0,06, sonst dagegen liess sich ein Einfluss des Morphium nach dieser oder jener Richtung hin nicht nach-



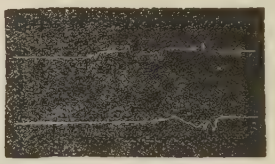
Zeitcurve: 100 Schwingungen in der Sec. Kaninchenversuche.



Latenzdauer in der Preyer'schen Einwicklung 0,03 Sec.



Latenzdauer nach Morphiuminjection 0,0425 Sec.



Latenzdauer nach Grosshirnabtrennung 0,02 Sec.

weisen. Dauerten die Versuche einige Zeit, so zeigte das Thier hohe Grade von Erregung; es traten sehr starke Zitterbewegungen in den Beinen auf. Wurde nun das Grosshirn abgetrennt, so hielt sich die Latenzdauer mit grosser Constanz zwischen 0,02 und 0,025 Secunden, nur einmal wurde ein Werth von etwa 0,015 sicher beobachtet; eine Verlängerung bis zu 0,03 wurde bisweilen gesehen. Die Versuche wurden an etwa 10 Kaninchen gemacht. Ein Schlagapparat konnte unter so schwierigen Verhältnissen nicht angewandt werden. — Das Sinken der Latenzzeit bis zu 0,02 und sogar 0,015 beweist sicher nichts gegen die Annahme eines reflectorischen Vorganges: Die Länge der Nervenbahnen hätten wir mit etwa 30—35 Cm., die Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit 0,03 pro Meter wie beim Menschen zu berechnen. Auch hier wurde unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen eine Grenze constatirt, unter welche die Latenz nicht sinkt, während sie andererseits anwachsen kann unter Bedingungen, die oben erörtert wurden.

Das Resultat meiner Untersuchungen nach dieser Richtung ist mithin kurz folgendes:

Auf die unter verschiedenen Bedingungen gefundene Latenzdauer gestützt, die uns beschäftigende Frage zu beantworten, ob das Kniephänomen reflectorischen Ursprungs sei oder nicht, das wage ich nicht. Doch glaube ich bewiesen zu haben, dass die Zeit der latenten Reizung beim wirklichen Kniephänomen niemals ein Grund gegen die Reflextheorie ist oder sie auch nur erschüttert, wie es Eulenburg und Andere geglaubt haben.

Wenn Westphal das Kniephänomen sich durch eine directe Muskelreizung entstanden denkt, die hervorgerufen wird durch eine „plötzliche Zerrung an der Grenze von Sehne und Muskel in Folge ihrer Erschütterung", so ist wohl gerade der Umstand, dass alle nicht mechanischen Reize unwirksam gefunden wurden, für seine Auffassung massgebend gewesen. Deshalb schien es mir wichtig genug, eine grössere Reihe von Versuchen mit elektrischer Reizung bei Thieren und Menschen anzustellen. Da aber alle Versuche, die bisher gemacht wurden, um mit Oeffnungs- oder Schliessungsinductionsströmen das Kniephänomen hervorzurufen, erfolglos geblieben waren, so nahm ich auf Rath von Herrn H. Kronecker die Prüfung mit Hilfe anderartiger elektrischer Reize wieder auf. Der Saxton'sche magnetoelektrische Rotationsapparat in der Form einer Stoehrer'schen Maschine gab bei Kaninchen und normalen Menschen anfänglich nur einen zweifelhaften Erfolg.

Bei Kaninchen wurde gewöhnlich eine Contraction der Gesammtmuskulatur des Oberschenkenkels hervorgerufen, sei es, dass der Reiz auf die äussere Haut oder die blossgelegte Sehne wirkte. Nur als ich mich feiner Nadeln bediente und diese so in die freigelegte Sehne einstach, dass die eine etwa $1^1/_4$ Ctm., die andere etwa $^1/_2$ Ctm. von der Uebergangsstelle der Sehne in den M. quadriceps entfernt war, sah ich häufig isolirte Contractionen der Extensoren auftreten, die um so leichter und sicherer erfolgten, je näher die Nadeln der Grenze rückten.

Bei Menschen, gesunden und kranken, gelang es mir nie von der Sehne aus die Contraction der Extensoren zu bewirken, in welche Stellung ich auch die Schwammelektroden zu einander brachte. Es erfolgte gewöhnlich, wahrscheinlich durch Stromschleifen hervorgerufen, Gesammtcontraction der Oberschenkelmuskulatur. Starke Ströme verursachten heftige Schmerzen. Deshalb erzeugte ich in einigen Fällen eine Anästhesie der Patellargegend durch Anspritzen von Aether mit dem Richardson'schen Apparat. Wurde nun eine Elektrode

auf die Patella und eine darunter gesetzt, und der Apparat schnell gedreht, so sah ich allerdings öfter das Kniephänomen entstehen.

Bemerken will ich noch, dass unter den so untersuchten Kranken sich mehrere mit sehr gesteigerten Sehnenphänomenen befanden, aber kein einziger mit Hautanästhesie centralen Ursprungs.

Endlich wurde mir durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Ewald die Gelegenheit gegeben, im hiesigen Siechenhause einen solchen Fall zu untersuchen, bei dem meine Bemühungen unzweifelhaften Erfolg hatten.

A. N., 32 Jahre alt, war früher ganz gesund gewesen; sie goss sich beim Wasche einen Eimer kalten Wassers über die Füsse, in Folge dessen sie ihren Fussschweiss verlor. Es stellte sich bald Schwellung der Füsse mit Müdigkeitsgefühl in denselben ein. Bald konnte Patientin nicht mehr gehen, weil sie Kriebeln und Stechen in den Füssen fühlte und sie wie Blei schwer wurden. Auch dies verlor sich mit der Zeit. Jetzt ist ihr, als ob die Beine am Knie abgeschnitten wären. Seit einiger Zeit fühlt sie auch eine gewisse Schwäche im linken Arm, auch wird das Gefühl in der Hand schwächer: sie kann z. B. Nadeln nicht gut fassen.

Status praesens: Patientin hat ein blühendes Aussehen, ist gut genährt; sie nimmt im Bett erhöhte Rückenlage ein. Innere Organe intact. Menstruation normal. Blasen- und Mastdarmfunction ohne Störung. Augenhintergrund normal. Beide Beine sind gelähmt. Mit Hülfe einer starken Drehung im Becken kann sie dieselben bewegen. Die Beine sind nicht abgemagert. Faradische Erregbarkeit von Muskeln und Nerven auf beiden Seiten gut erhalten, rechts sogar etwas erhöht. Sensibilität bis 6 Cm. oberhalb der Patella vollkommen erloschen; die stärksten mechanischen und elektrischen Insulte werden nicht gefühlt. Von dieser Grenze nach oben zu localisirt Patientin richtig, unterscheidet Kälte und Wärme, Kopf und Spitze einer Nadel.

Plantarreflex erloschen!

Fussphänomen vorhanden!

Fussclonus nicht nachweisbar!

Kniephänomen auf beiden Seiten kräftig vorhanden, rechts ist es etwas stärker, hier steigert es sich bisweilen zu einem Clonus.

Das Phänomen des Triceps brachii ist beiderseits leicht hervorzurufen.

Die Latenzdauer beim Kniephänomen beträgt gewöhnlich beim maximalen Hammerschlage 0,05—0,06 Secunden; die äussersten Grenzwerthe, die unter den oben erörterten Bedingungen gewonnen werden, sind 0,04 und 0,12 Secunden. Der Verlauf der Contraction des M.

quadriceps ist ein schneller und energischer. Dass der Plantarreflex fehlt, spricht doch nicht gerade für erhöhte Reflexerregbarkeit der Haut. Wurden nun die in feuchte Schwämme endigenden Elektroden des magneto-elektrischen Rotationsapparates in einer Entfernung von etwa 2 Ctm. aufgesetzt, so erhielt man bei Drehung des Apparates von der ganzen Fläche der Sehne aus, aber sonst von keiner anderen Stelle das Kniephänomen; und zwar bei mittlerer Drehungsgeschwindigkeit nach längerer, bei schneller nach kürzerer Einwirkung. Die Kranke sass bei diesen Experimenten im Lehnstuhl, die Beine hingen frei und bequem herab.

In diesem Falle riefen also elektrische Reize, in aufeinander folgenden Schlägen applicirt, das Kniephänomen hervor: Die Schläge summiren sich gewissermassen, bis eine starke Extensorenzuckung als Entladung erfolgt.

Sechs Monate später wiederholte ich an derselben Patientin in mannigfaltiger Weise diese Versuche, welche Herr Geheimrath Westphal und die Herren Professoren Eulenburg, Ewald und Kronecker die Güte hatten zu controliren.

Es stellte sich Folgendes heraus:

Patientin war an beiden Beinen bis 10 Ctm. oberhalb der Patella gegen die stärksten elektrischen wie mechanischen Hautreize unempfindlich.

Das Kniephänomen war rechts wie links leicht durch Schlag hervorzurufen und zwar rechts stärker als links.

Die faradische Erregbarkeit von Muskeln und Nerven ist wie früher gut erhalten.

Vom du Bois-Reymond'schen Schlitteninductorium vermochten keinerlei Ströme, weder Schliessungs-, noch Oeffnungsschläge, oder extracurrente oder tetanisirende Reize mittels schnell schwingenden Wagner'schen oder langsam vibrirendem Halske'schen Unterbrechers, noch auch mittels Helmholtz'scher Vorrichtung abgeglichene Wechselströme das Kniephänomen von der Sehne aus hervorzurufen.

Wenn die Schwammelektroden so hochgerückt wurden, dass wirksame Stromschleifen durch den Quadriceps gingen, so contrahirte dieser sich in normaler Weise wie auf directe Reize.

Wenn nun aber dieselben Elektroden vom magneto-elektrischen Rotationsapparat der Patellarsehne die Ströme zuführten, so machte bei mässiger Drehungsgeschwindigkeit nach einigen Umdrehungen das Bein durch Con-

traction des Quadriceps eine Schleuderbewegung, wie beim normalen Knie-Phänomen. Wurde schneller und dauernd gedreht, so folgte der Schleuderbewegung ein Krampf des Quadriceps, wie solcher Clonus ja auch durch schnell wiederholte mechanische Reizung der Patellarsehne unter Umständen erzeugt werden kann.

Auffallend war die lange Latenzzeit (Summation?), welche bis 2 oder 3 Secunden während des Drehens der Maschine anstieg. Die Elektroden konnten bei diesen Versuchen entweder neben einander in etwa 3—4 Ctm. Entfernung unterhalb der Patella aufgesetzt werden oder eine Elektrode auf die Patella, eine unterhalb derselben, oder beide Elektroden auf die Tuberositas Tibiae (hierbei längere Latenz) oder eine Eektrode auf das linke, die andere auf das rechte Ligamentum patellae, wobei rechts die Contraction erfolgte. Auch von der Sehne des linken Quadriceps liess sich das Kniephänomen durch den elektrischen Reiz hervorrufen, nur war die Latenzdauer eine grössere.

Wenn die Elektroden oberhalb der Patella aufgesetzt wurden, so entstand während der Drehung des magnetoelektrischen Apparates Tetanus der Flexoren, aber kein Kniephänomen.

Auch durch Wendung eines starken constanten Stromes (30 Chromsäureelemente) konnte von der Patellarsehne das Kniephänomen erzeugt werden. Endlich gelang es auch durch schnelles Vorschieben des Eisenkernes in der primären Spirale eines du Bois-Reymond'schen Schlitteninductorium mit spielendem Hammer das Kniephänomen schwach zu erzeugen.

Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich:

1. Das Kniephänomen kann durch gewisse elektrische Reize von der Sehne (mit Ausschluss von Stromschleifen) hervorgerufen werden.

2. Es summiren sich die von den Einzelstössen des magneto-elektrischen Rotationsapparates ausgelösten Reize und setzen nervöse Centralorgane in wachsende Erregung. Nach längerer Einwirkung erfolgt die Auslösung in Form einer Quadricepscontraction.

3. Da nun nach Kroneckeer und Stirling „Reflexe nur durch wiederholte Anstösse der nervösen Centren ausgelöst werden", so steht nichts der Auffassung entgegen, dass das Kniephänomen ein Reflex ist.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

Verfasser, Theodor Rosenheim, wurde am 3. September 1860 zu Bromberg als Sohn des Kaufmanns Julius Rosenheim geboren. Er besuchte das dortige Gymnasium, das er Michaelis 1879 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Seitdem widmete er sich dem Studium der Medicin in Berlin. Er bestand am 1. Juli 1881 das Tentamen physicum, am 8. Juni 1883 das Examen rigorosum und erhielt am 16. Januar 1884 die Approbation als practischer Arzt.

Während seiner Studienzeit besuchte Verfasser die Vorlesungen, Kliniken und Curse folgender Herren Professoren und Doctoren: v. Bergmann, du Bois-Reymond, Fasbender, A. Fränkel, Frerichs, Frommel, Grawitz, Gueterbock, Gusserow, Hartmann, Helmholtz, Hirsch, Hirschberg, Hofmann, Juergens, v. Langenbeck, Liebreich, Lublinski, L. Lewin, Leyden, Mendel, Meyer, Rabl-Rueckhard, Reichert, Senator, Schroeder, Schweigger, Virchow, Westphal, J. Wolff.

Allen diesen Herren, seinen verehrten Lehrern, spricht Verfasser hiermit seinen besten Dank aus.

Die Anregung zu der vorstehenden Arbeit ging von der medicinischen Facultät in Berlin aus, die die Bestrebungen des Verfassers durch Zuerkennung einer goldenen Medaille am 3. August 1883 würdigte.

Die experimentellen Untersuchungen wurden in der speciell physiologischen Abtheilung des physiologischen Instituts der Universität ausgeführt unter Anleitung des Herrn Prof. Dr. Hugo Kronecker, dem der Verfasser sich zu aufrichtigem Danke verpflichtet fühlt.

Thesen.

1. Das Kniephänomen ist ein Reflexvorgang.
2. Das Kniephänomen wird bei Gesunden nie vermisst.
3. Das Westphal'sche Zeichen ist für Tabes pathognostisch.